

2B1) 자동차 급유시 VOCs 배출계수 산정에 관한 연구 A Study on the Estimation of Refueling VOCs Emission Factor

유영숙 · 엄명도 · 김중춘 · 서충열 · 류정호 · 이종태 · 박순철 · 임윤성
국립환경연구원 자동차공해연구소

1. 서 론

자동차와 관련하여 배출되는 VOCs는 크게 배기관을 통해 배출되는 VOCs와 연료 등의 증발에 의해 배출되는 증발 VOCs로 나눌 수 있으며 증발 VOCs는 차량온도(HS) 및 외기온도(DBL)에 의해 배출되는 증발배출과 연료의 재급유시의 배출로 나눌 수 있다. 현재 국내의 자동차 증발 VOCs에 대한 규제는 제작사의 증발가스 배출허용기준으로서 중간증발손실(DBL)과 고온증발손실(HS) 두가지로 시행되고 있다. 국내의 경우 DBL의 시험방법이 1시간 DBL로써 이러한 방법은 현재 미국, 유럽, 일본 등에서는 사용하지 않는 방법으로 외국의 규제 수준과 비교하여 매우 완화된 실정이다. 한편, 급유 중 배출되는 VOCs를 제어하고 저감하기 위한 방법은 주유기(Refueling nozzle)에 의해 증기를 포집하는 방법(Stage II vapor recovery)과 자동차에서 증기를 포집 회수하는 방법(on-board refueling vapor recovery, ORVR) 등이 있으나 현재 Stage II는 미국과 유럽의 일부나라에서 시행하고 있으며 ORVR은 미국에서만 규제를 실시하고 있는 실정이다. 본 연구에서는 차량의 증발배출 중 연료 급유시 발생하는 VOCs의 배출특성을 조사하고 배출계수를 산정하여 향후 국내 자동차 증발 VOCs 규제강화 및 급유시 증발 VOC 관리방안 마련을 위한 기초자료를 제시하고자 하였다.

2. 연구 방법

시험대상차량은 급유시 VOCs 배출량이 다른 차종에 비해 높은 휘발유차량을 대상으로 하였으며 국내에서 생산, 보급되는 차종 중 점유율이 높은 대표차종을 선정하여 소형, 중형, 대형으로 구분하였다. 현재 국내 일부 제작사에서는 ORVR 규제를 시행하고 있는 북미지역으로 수출을 하고 있는데 이런 북미수출차량의 경우 ORVR 규제를 만족하는 시스템이 적용되고 있다. 따라서 본 시험에서는 동일차종에 대해 내수사양(non-ORVR)과 북미수출사양(ORVR)을 각각 시험하여 ORVR 적용에 따른 저감효과를 비교 평가하였다. 시험대상차량은 총 12대로 ORVR적용 및 미적용 차량을 각각 6대씩 시험하였다.

급유중 증발 VOCs 측정을 위한 차량시험은 미국 EPA에 규정된 규제시험모드에 의해 실시하였다. ORVR SHED 내에서 연료를 주유하는 동안 배출되는 THC를 FID분석기를 이용하여 측정하였다. 시험시 SHED의 온도는 20~30℃로 유지하고 차량은 항상 수평을 유지하였다.

3. 결과 및 고찰

차종에 따른 급유시 증발 VOCs 배출율은 0.2~1.2g/l로 비교적 큰 편차를 나타내었는데 이러한 차이는 시험대상차량에 적용된 캐니스터용량, 증기라인의 크기 등 세부사양 차이에 의해 발생하는 것으로 생각된다. 또한 ORVR 시스템 적용에 따른 저감율은 차종에 따라 96~99%로 차이가 있었으며 평균 98%의 저감율을 나타내었다.

차량시험 결과를 바탕으로 ORVR 시스템의 적용 및 미적용에 대한 급유중 증발 VOCs 배출계수를 산정하였다. 미국의 경우 이론적 운행시제어효율(in-use control efficiency)은 93.5%이며 운행시고장율(in-use failure rate) 1.2%를 보정하여 92.3%의 제어율을 적용하였다. 우리나라의 배출계수 산정에는 실측시험을 통해 계산된 제어율 98%에 미국의 운행시고장율 1.2%를 보정하여 96.8%의 저감효율을 적용하였다.

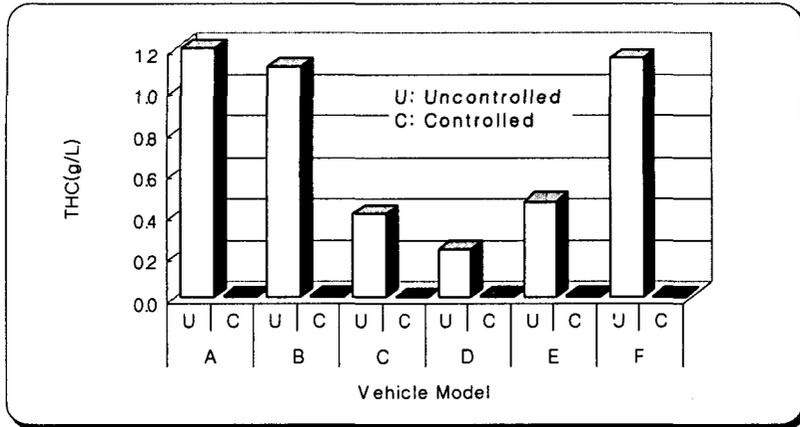


Fig. 1. Refueling Emission Rate of non-ORVR and ORVR System

Table 1. Refueling VOC Emission Factor

unit : g/l

RVP (psi)	Tf* (°C)	ΔT** (°C)	Korea(g/l)		U.S.A(g/l)	
			Uncontrolled	Controlled	Uncontrolled	Controlled
7	20	7	0.73	0.023	0.67	0.051
9	20	7	0.76	0.024	0.87	0.067
11	20	7	0.92	0.029	0.99	0.076

* Tf : 주입되는 연료 온도, ** ΔT : 연료탱크와 주입되는 연료의 온도차

참 고 문 헌

- 국립환경연구원, (2003), 도시 및 산업지역의 VOCs 배출계수개발 및 배출목록 작성과 배출량 산정연구
- EPA, (2003), National Emission Inventory(NEI): Air pollution emission trends
- EPA, (1999), AP-42 emission factor
- EPA, (1994), Control of Air Pollution From New Motor Vehicles and New Motor Vehicle Engines; Refueling Emission Regulations for Light-Duty Vehicles and Light-Duty Trucks (Final Rule)
- EPA, (1994), Final Regulatory Impact Analysis : Refueling Emission Reductions for Light Duty Vehicles and Trucks and Heavy Duty Vehicles, 1994
- EPA, (1994), Summary and Analysis of Comments : Onboard Refueling Vapor Recovery (ORVR) Regulation for Light-Duty Vehicles and Trucks and Heavy-Duty Vehicles
- EPA, (2001), Emission inventory improvement program (EIIP), Volume III, Gasoline marketing (Stage I and Stage II)